

Desarrollo y empleo del método de diagnóstico preventivo de los trastornos ruminales y metabólicos en bovinos

Jan Bouda*
Leopoldo Paasch Martínez**
Adolfo Yabuta Osorio***

Abstract

Ruminal and metabolic disorders very frequently occur in a subclinic form without any manifestations of clinical signs, but milk production may fall 10-25%. In the course of these disorders, biochemical changes appear in ruminal fluid and urine in greater degree than in blood, and therefore, it is possible to use simple and low cost equipment for diagnosis in field conditions. A preventive diagnostic method was developed to detect ruminal and metabolic disorders in cattle. This diagnosis method consists of anamnesis, a clinical examination of the animals, analyses of ruminal fluid, urine, milk, blood and tissues. Regarding the diagnosis in field conditions, it is important to follow organoleptic tests to determine pH by a portable pH-meter, and to test the activity of the microflora by the oxide-reduction of methylene blue in the rumen fluid. Determination of proteins (by sulphosalicylic acid), pH, ketone bodies, bilirubin, urobilinogen, hemoglobin/blood, by using urine test strips, are important procedures to analyze the urine. It is also convenient to determine the urea in blood plasma or milk, as well as mineral levels in plasma (inorganic P, Ca, Mg, Cu, Zn, Mn and Se). Other tests like biochemical and hematological parameters are also indicated. By means of the equipment for collection and analyses of ruminal fluid and urine, veterinarians can diagnose sixteen different metabolic and ruminal diseases in a subclinic or clinic form within 15 minutes in field conditions. This equipment is also used for the control and optimization of feeding rations. This preventive diagnosis method of metabolic disorders was employed in 3 different dairy large units. Subclinical ruminal acidosis in the 1st farm, and subclinical ketosis with subclinical ruminal alkalosis in the 2nd farm were diagnosed by analysing the ruminal fluid and urine directly in field conditions. Elevated levels of urea and increased activities of aspartate aminotransferase (AST) in blood plasma, including decreased blood plasma levels of Cu, were causes of infertility in cows in the 3rd farm.

Key words: DIAGNOSIS, ANALYSIS, URINE, RUMINAL FLUID, BLOOD, METABOLIC DISORDERS, RUMINAL ACIDOSIS, RUMINAL ALKALOSIS, KETOSIS, HYPOCUPREMIA, COWS.

Resumen

Las enfermedades ruminales y metabólicas en el ganado bovino se presentan con mucha frecuencia en forma subclínica sin manifestar signos clínicos evidentes, donde la producción de leche puede disminuir de un 10% hasta un 25% sin que el propietario o el médico veterinario se percaten. Durante el transcurso de

Recibido el 6 de marzo de 1997 y aceptado el 26 de mayo de 1997.

* Departamento de Diagnóstico Clínico, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510, México, D.F.

** Secretario Administrativo de la Universidad Nacional Autónoma de México, 04510, México, D.F.

*** Departamento de Producción Animal: Rumiantes, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510, México, D.F.

estas enfermedades, los primeros cambios bioquímicos se presentan en el líquido ruminal y la orina en mayor grado que en la sangre, por ello es posible la utilización de equipos sencillos y muchas veces de bajo costo para su determinación en el campo. Para tal propósito se desarrolló el método de diagnóstico preventivo de los trastornos ruminales y metabólicos en los bovinos que consiste de historia clínica, examen físico de los animales, análisis de líquido ruminal, orina, leche sangre y tejidos. Para efectuar el diagnóstico en campo es importante realizar un examen organoléptico, determinar el pH (mediante potenciómetro portátil), actividad reductiva de microflora en el líquido ruminal, así como determinar el pH, proteínas (prueba con ácido sulfosalicílico), cuerpos cetónicos, bilirrubina, urobilinógeno y hemoglobina/sangre mediante tiras reactivas en orina. Es recomendable determinar en plasma sanguíneo o en leche, la concentración de urea, los niveles plasmáticos de minerales (P inorg., Ca, Mg, Cu, Zn, Mn, Se) y otros parámetros bioquímicos y hematológicos en casos particulares. Por medio del equipo portátil para obtener y analizar el líquido ruminal y orina, el médico veterinario puede diagnosticar 16 diferentes enfermedades metabólicas y ruminales en forma subclínica o clínica en los bovinos, en solamente 15 minutos en condiciones de campo. Dicho equipo sirve también para el control y optimización de las raciones alimenticias en rumiantes. El método de diagnóstico preventivo para los trastornos metabólicos fue empleado en tres distintos ranchos lecheros. En el primer rancho el principal hallazgo fue la acidosis ruminal subclínica, mientras que en el segundo se diagnosticaron la cetosis subclínica y alcalosis ruminal subclínica, mediante el análisis de líquido ruminal y orina directamente en condiciones de campo. En un tercer rancho, la urea plasmática se encontró en niveles elevados y actividad de aspartato-aminotransferasa plasmática (AST) aumentada, incluyendo hipocupremia, las cuales se identifican como causas de la infertilidad de las vacas en dicho lugar.

Palabras clave: DIAGNÓSTICO, ANÁLISIS, ORINA, LÍQUIDO RUMINAL, SANGRE, TRASTORNOS METABÓLICOS, ACIDOSIS RUMINAL, ALCALOSIS RUMINAL, CETOSIS, HIPOCUPREMIA, VACAS.

Introducción

En los rumiantes, especialmente en las vacas, los trastornos digestivos del rumen y las enfermedades metabólicas son fenómenos que se presentan con mucha frecuencia.^{1,2,9,18,24} La mayoría de las enfermedades metabólicas suceden en forma subclínica y los animales pueden llegar a disminuir de un 10% a 25 % su producción, aunque en apariencia muestren buen estado de salud, sin que el propietario y el médico veterinario se percaten de su presencia.^{2,7,11,12,20}

Los trastornos metabólicos se caracterizan primero por alteraciones bioquímicas en líquidos corporales y más tarde por disminución en la producción, problemas reproductivos (infertilidad), predisposición a las infecciones, disminución de la calidad de la leche o carne, así como aumento en la morbilidad y mortalidad en las crías.^{2,12,19,25} Los cambios bioquímicos iniciales pueden ser detectados en el líquido ruminal, en la orina, en la sangre y en la leche. Estas alteraciones bioquímicas son mayores en orina y líquido ruminal que en la sangre. En la sangre las desviaciones de los valores de referencia (normales) son muy pequeñas como consecuencia de los mecanismos de la homeostasis.^{2,4,10}

Por ello, mediante exámenes sencillos de laboratorio, llevados a cabo en el líquido ruminal y en la orina, y factibles de realizar en condiciones de campo, es posible diagnosticar muchos trastornos metabólicos subclínicos en el estado inicial, antes de que la producción disminuya y de que aparezcan problemas repro-

ductivos o se manifiesten los signos clínicos de las enfermedades.^{2,7,19} El análisis del líquido ruminal y de la orina puede efectuarse mediante pruebas y aparatos más sencillos y baratos que los empleados comúnmente en las determinaciones específicas de la sangre.^{2,6} Para la detección de los trastornos metabólicos subclínicos es conveniente desarrollar los pasos descritos en el "sistema diagnóstico preventivo de enfermedades metabólicas".^{12,14,15} Este sistema incluye: 1) la historia clínica, 2) el examen físico de los animales y toma de muestras de 10 vacas (de 5 vacas de 1 a 8 semanas posparto y de 5 vacas de 2 a 3 semanas previas al parto), 3) examen del líquido ruminal, orina y leche en condiciones de campo, y 4) análisis de laboratorio posterior al análisis de campo para evaluar el perfil metabólico de 15 vacas (5 vacas por cada grupo). Se sugiere dar seguimiento a las vacas en etapas de riesgo, haciendo el examen en 5 animales que se encuentren en cada uno de los siguientes estadios: a) entre 2 y 8 semanas después del parto, b) de 4 a 5 meses después del parto, y c) de 2 a 3 semanas antes del parto. Los grupos a) y c) son los de mayor importancia para tal propósito.^{11,14,15,20}

El objetivo de este trabajo fue seleccionar algunas de las pruebas para realizarse en animales representativos elegidos conforme a los criterios de inclusión (grupos), descritos en el método de diagnóstico preventivo de los trastornos ruminales y metabólicos en bovinos, considerando para ello, la historia clínica y el examen físico de los animales, todo ello en condiciones de campo o, más aún, en condiciones de laboratorio con base en el análisis de líquido ruminal, sangre y orina.

Cuadro 1
VALORES Y FRECUENCIAS ENCONTRADOS EN LIQUIDO RUMINAL Y ORINA EN LAS VACAS LECHERAS MUESTREADAS
(RANCHOS 1 Y 2)

Etapa	Rancho 1		Rancho 2	
	Grupo 1 (n = 50)	Grupo 2 (n = 50)	Grupo 1 (n = 8)	Grupo 2 (n = 8)
	3 a 10 semanas posparto 32.4 kg de leche/día	2 a 4 semanas preparto seca	1 a 8 semanas posparto 30.5 kg de leche/día	2 a 3 semanas preparto seca
Parámetros producción láctea				
Líquido ruminal				
pH promedio	5.90 ± 0.48 ^a	6.67 ± 0.46 ^b	6.76 ± 0.33	7.41 ± 0.22
Porcentaje de casos con pH normal (6.0 a 7.0)	64 %	94 %	87.5 %	12.5 %
Porcentaje de casos con pH disminuido (< 6.0)	36 %	2 %	0 %	0 %
Porcentaje de casos con pH aumentado (> 7.0)	0 %	0 %	12.5 %	87.5 %
Actividad reductiva (minutos)	4.5 ± 2.3 ^a	8.1 ± 3.2 ^b	4.9 ± 2.1	7.75 ± 2.6
Tiempo de sedimentación (minutos)	5.0 ± 1.3 ^a	6.4 ± 2.2 ^a	6.2 ± 2.3	9.8 ± 0.26
Orina				
pH promedio	7.21 ± 0.44 ^a	8.03 ± 0.36 ^b	8.14 ± 0.18	8.30 ± 0.26
pH disminuido (< 7.6)	40 %	2 %	0 %	0 %
pH aumentado (> 8.4)	0 %	4 %	0 %	12.5 %
Proteinuria	6 %	2 %	0 %	12.5 %
Cetonuria	6 %	0 %	50 %	12.5 %

Letras diferentes (a,b) en valores de Grupo 1 y Grupo 2 señalan diferencias significativas (P < 0.01)

Material y métodos

El método de diagnóstico preventivo de los trastornos ruminales y metabólicos descrito fue verificado durante los últimos 3 años, en 17 diferentes ranchos de México (el número total de vacas fue de 640, con repetición de los análisis en algunos de los casos). En este trabajo se presentan como ejemplo los resultados más representativos del análisis de líquidos corporales en 3 ranchos del altiplano del país.

Rancho 1

Se tomaron muestras de líquido ruminal y orina de 100 vacas lecheras sin signos clínicos de enfermedad en un establo del altiplano del país. Las vacas en estudio fueron clasificadas de acuerdo a su estado fisiológico en uno de 2 grupos: El grupo 1 (n = 50) formado por vacas entre 3 y 10 semanas posparto con producción de 32.4 kg de leche/día, mientras que en el grupo 2 (n = 50) se ubicó a las vacas de entre 2 y 4 semanas previas al parto. La ración alimenticia se basó en ensilado de maíz, alfalfa fresca y concentrado (55% de materia seca para el grupo 1) y lo mismo, excepto el concentrado, para la ración del grupo 2. La historia clínica del hato reveló la existencia de problemas relacionados con claudicación, disminución de la condición corporal, hepatitis abscedativa, diarreas, neumonías tromboembólicas, porcentaje de grasa en leche (2.7%), especialmente en las vacas con 2 meses posparto.

Rancho 2

Se tomaron muestras de líquido ruminal y orina en 16 vacas sin signos clínicos, agrupadas de manera similar. En el grupo 1 se clasificaron las vacas de 1 a 8 semanas posparto y producción media de 30.5 kg de leche/día. El grupo 2 incluyó las vacas de 2 a 3 semanas antes del parto. La ración alimenticia consistió en ensilado de maíz, alfalfa verde, concentrado preparado en el lugar con bicarbonato de sodio.

Para ambos casos (ranchos 1 y 2) se practicó el examen organoléptico y la determinación del pH en el líquido ruminal y en la orina.⁶ Adicionalmente se evaluó la actividad microbiana del líquido ruminal, así como la realización de pruebas en la orina con tiras reactivas (proteínas, cuerpos cetónicos, bilirrubinas, hemoglobina, sangre) y la prueba del ácido sulfosalicílico para determinación de las proteínas en la orina.⁶

Rancho 3

Se tomaron las muestras de líquido ruminal, sangre y orina de 12 vacas. Para este caso, las vacas se conjuntaron como grupo 1 (n = 6) las vacas de 2 a 8 semanas posparto con producción de 29.1 kg de leche/día y como grupo 2 (n = 6) aquellas con 2 a 3 semanas antes del parto. De acuerdo con la historia clínica del hato, los principales problemas estuvieron relacionados con la infertilidad y la diarrea. En el líquido ruminal se determinó el pH y la actividad reductiva.⁶ En las muestras de sangre completa

Cuadro 2
VALORES EN LIQUIDO RUMINAL, ORINA Y SANGRE EN VACAS LECHERAS
(RANCHO 3)

<i>Etapa</i>	<i>Grupo 1 (n = 6) 2 a 8 semanas posparto 29.1 kg leche /día</i>	<i>Grupo 2 (n = 6) 2 a 4 semanas preparto secas</i>
<i>Parámetros producción láctea</i>		
Líquido ruminal		
pH promedio	6.16 ± 0.21	6.48 ± 0.28
Porcentaje de casos con pH normal (6.0 a 7.0)	83.3 %	100.0 %
Porcentaje de casos con pH disminuido (< 6.0)	16.6 %	100.0 %
Porcentaje de casos con pH aumentado (> 7.0)	0 %	0 %
Actividad reductiva (minutos)	3.6 ± 1.8	6.4 ± 2.0
Tiempo de sedimentación (minutos)	7.8 ± 1.8	8.64 ± 1.3
<i>Orina</i>		
pH promedio	8.12 ± 0.27	8.26 ± 0.19
pH disminuido (< 7.6)	0 %	0 %
pH aumentado (> 8.4)	0 %	0 %
Proteinuria	0 %	0 %
Cetonuria	0 %	0 %
<i>Sangre (plasma)</i>		
Porcentaje de casos con AST aumentada (> 80 U/l)	66.6 %	16.6 %
Porcentaje de casos con urea elevada (> 40 mg/dl)	83.3 %	33.3 %
Porcentaje de casos con hipocupremia (< 60 mg/dl)	100.0 %	66.6 %

se determinó el hematócrito, la cuenta leucocitaria y diferencial, así como el equilibrio ácido-base por analizador de gases* (pH, pCO₂, exceso de base). En el plasma sanguíneo se determinaron los niveles de urea, proteínas totales (Pt), P inorgánico y actividad de aspartatoamino-transferasa (AST) con espectrómetro,** concentración de Na, K y Cl con analizador de electrolitos,*** Ca, Mg, Zn y Cu con espectrometría de absorción atómica.⁴ Con las muestras de orina se practicó el examen organoléptico, las pruebas semicuantitativas con tiras reactivas y con ácido sulfosalicílico, además de determinar el pH.⁶

Una vez obtenidos los resultados de los análisis se efectuaron la prueba t-Student y el análisis de varianza.

Resultados

Rancho 1

Tomando como base los signos clínicos mostrados en el hato, se diagnosticó en el grupo 1 claudicación (en el 18% del total de vacas del rancho), diarreas intermitentes y disminución de la condición corporal promedio con

calificación de 2.5 y de 3.4 en el grupo 2 (escala de condición corporal de 1 a 5). En el grupo 1 el porcentaje de grasa en leche fue de 2.7%. El color del líquido ruminal fue verde-grisáceo, con ausencia de flotación en el 40% de las muestras. Los hallazgos resultantes del análisis de líquido ruminal y orina en este hato en particular, se describen en el Cuadro 1.

En el grupo 1 del rancho 1 se diagnosticó la acidosis ruminal subclínica en el 36% de las vacas, basada en la historia clínica, el examen físico de los animales y el análisis del líquido ruminal y orina. La proteinuria y la cetonuria fueron determinadas en el 6% de estas vacas (grupo 1), mientras que en el grupo 2 las vacas mostraron aciduria y proteinuria en el 2% de los casos.

Rancho 2

A partir de los registros del médico veterinario, se identifican la infertilidad, la mastitis subclínica (con la prueba de California para mastitis), la pododermatitis y las neumonías, como los problemas frecuentes. La condición corporal promedio para el grupo 1 fue de 3.02 (2 vacas con calificación de 2.5) y calificación media de 3.34 en el grupo 2. El color del líquido ruminal fue verde-olivo y con olor aromático no repulsivo para el primer grupo, mientras que en el grupo 2 fue verdopardo con olor ligeramente amoniacal. Los resultados del análisis del líquido ruminal y orina se describen en el Cuadro 1.

* Analizador de gases sanguíneos 238 Ciba Corning, Essex, Inglaterra.

** Espectrómetro Microchem 565 Ciba Corning, Essex, Inglaterra.

*** Analizador de electrolitos 644 Ciba Corning, Essex, Inglaterra.

□ Espectrofotómetro de absorción atómica 3110 Perkin Elmer, Connecticut, EUA.

Cuadro 3
DIAGNOSTICO DIFERENCIAL DE LOS TRASTORNOS RUMINALES

Parámetro	Indigestión simple	Acidosis ruminal aguda	Acidosis ruminal crónica	Alcalosis ruminal	Putrefacción ruminal	Vaca sana
Color	Verde-pardo	Lechoso	Gris verdoso	Verde pardo	Negro verdoso	Verde olivo
Color	Oscuro	Grisáceo				
Olor	Mohoso	Ácido picante	Ácido	Amoniacal	Amoniacal putrido	Aromático
Viscosidad	Acuoso	Acuoso	Ligeramente viscoso	Variable	Pastoso espumoso	Ligeramente viscoso
Sedimentación	Rápida con poco sedimento	Rápida, más tarde sin sedimento	Rápida	Variable	Sin separación	Durante 4 a 8 min
Flotación	Ausente	Ausente	Ausente	Variable	Ausente	Durante 4 a 8 min
pH	6.8-7.2	3.8-4.9	5.0-5.9	7.3-8.0	7.5-8.5	6.0-7.0
Actividad reductiva	> 8 min. (15-30 min)	Ausente	Acelerada o normal (2-6 min)	> 8 min.	> 8 min.	3-6 min.
Protozoarios (1,000/ml)	40-100	Ausente	0-150	50-150	10-50 (falta)	200-400
pH de orina	7.0-7.5	5.5-7.0	6.0-7.5	Alcalina (por bicarbonato) o variable	Alcalina o variable	7.7-8.4

En el grupo 1 del rancho 2 se detectó la frecuencia de cetonuria en el 50% de las vacas, y se confirmó la enfermedad de cetosis. En el grupo 2, la alcalosis ruminal subclínica fue comprobada mediante la medición del pH en el líquido ruminal y la orina.

Rancho 3

En las vacas pertenecientes al grupo 1 se observó diarrea y a través de la palpación rectal se detectó la ausencia significativa de ciclicidad ovárica (tamaño significativamente reducido y ausencia de estructuras ováricas). De los parámetros determinados en el líquido ruminal, sangre y orina, descritos en el Cuadro 2, se aprecian parámetros fuera de los valores de referencia (valores normales). En el Grupo 1 del rancho 3 se diagnosticaron hipocupremia en el 100%, sobrealimentación con proteínas en el 83.3% (aumento de los niveles plasmáticos de urea), hepatodistrofias en el 66.6% (aumento de las actividades de AST) y acidosis ruminal subclínica en el 16.6% (disminución del pH ruminal) de vacas. En el grupo 2 fueron más importantes hipocupremia en el 66.6% y sobrealimentación con proteínas en el 33.3% de las vacas examinadas.

Discusión

Con el análisis del líquido ruminal, orina y leche puede mejorarse significativamente el diagnóstico de las enfermedades subclínicas. El examen de orina es considerado como una herramienta básica muy importante para

el diagnóstico, especialmente para aquellas enfermedades que ocurren en forma subclínica (acetonemia, acidosis ruminal, etc.), así como para poder establecer un buen pronóstico en muchas de ellas.^{6,14,19} En la orina normal de bovinos las proteínas se encuentran en cantidades muy pequeñas (0.0 a 10.0 mg/l) y no se pueden determinar con la prueba con ácido sulfosalicílico. La presencia de proteínas en orina es un cambio frecuentemente asociado a cualquier proceso inflamatorio del riñón, nefrosis hemoglobinuria, hematuria o proceso inflamatorio en el animal. Dado que la orina normal del bovino es alcalina, si las determinaciones de proteína se hacen mediante tiras reactivas (Multistix, Combur test), es frecuente la aparición de reacciones falsas positivas. Si la orina diera reacción positiva para proteínas con las tiras reactivas, es necesario hacer la prueba con ácido sulfosalicílico para mayor exactitud en la cuantificación de proteínas en la orina con pH superior a 7.5.^{2,5}

En la orina de los animales sanos no se detectan cuerpos cetónicos con tiras reactivas o Acetest (< 7 mg/dl). Algunas de las enfermedades que pueden cursar con cetonuria son: cetosis, enfermedades asociadas con la inanición y el catabolismo (mastitis, metritis), desplazamiento de abomaso. La determinación del pH puede obtenerse mediante potenciómetro portátil, esperando que el valor en animales sanos se encuentre dentro del rango de pH de 6.0 a 7.0 (6.4 a 7.0 en dietas ricas en fibra y 6.0 a 6.6 en dietas de alto contenido de concentrado). Los valores obtenidos fuera (superiores o inferiores) del rango normal serán considerados como patológicos.^{13,23} Con la realización del examen físico del animal

y del examen del líquido ruminal y orina por medio del "equipo portátil para obtener y analizar líquido ruminal y orina", el médico veterinario puede diagnosticar directamente en el campo 16 enfermedades diferentes en los bovinos en tan sólo 15 minutos.^{5,6} Este equipo es muy importante en el control y optimización de las raciones alimenticias, que ayudan a la prevención de enfermedades ruminales, metabólicas y otras enfermedades relacionadas.^{5,6} Se sabe que la incidencia de las enfermedades asociadas (mastitis, neumonías, hepatitis, trastornos reproductivos, enfermedades infecciosas, diarreas en becerros) son significativamente elevadas durante los trastornos metabólicos.^{16,19,24,25} Para el diagnóstico de los trastornos ruminales y metabólicos es importante conocer los valores de referencia (Cuadro 3).^{2,3,14}

Mediante la evaluación de la historia clínica, el examen físico, el análisis del líquido ruminal y de la orina por medio del equipo portátil para obtener y analizar líquido ruminal y orina, se pudo realizar un diagnóstico rápido de acidosis ruminal subclínica en los ranchos 1 y 3, y cetosis subclínica asociada con alcalosis ruminal subclínica en el rancho 2, directamente en condiciones de campo.^{2,3,14} La acidosis ruminal subclínica constituye un problema metabólico que se presenta frecuentemente en el ganado lechero de alto rendimiento, especialmente durante los 3 primeros meses posparto.^{2,10,19} La acidosis ruminal subclínica encontrada en los Grupos 1 de los ranchos 1 y 3 fue asociada con el exceso en el suministro de granos y el bajo contenido de fibra en el alimento. Para llegar al diagnóstico de la acidosis ruminal subclínica fueron más importantes: la disminución del pH en el líquido ruminal y el pH de la orina, mientras que los valores de la actividad reductiva del líquido ruminal se mantuvieron dentro del rango de los valores de referencia.^{2,8,13,21,22}

La disminución del porcentaje de grasa en la leche, la claudicación (causada por laminitis secundaria por acidosis ruminal), las diarreas, la hepatitis abscedativa y la neumonía tromboembólica son hallazgos frecuentemente relacionados con la acidosis ruminal.^{1,2,8,13}

En los resultados presentados en el Cuadro 1 es evidente la baja confiabilidad al considerar los valores promedio obtenidos del total de las vacas en el grupo 1 del rancho 1, ya que es mucho más preciso efectuar una evaluación basada en consideraciones individuales de los animales. La intensidad de proteinuria llegó a variar desde "trasas" hasta 2 cruces, relacionada en este estudio con la inflamación del hígado (abscesos), laminitis y neumonías, como lo confirmaron Paasch *et al.*¹⁹

La cetosis subclínica fue detectada, mediante análisis de orina, en el 50% de las vacas de alta producción del grupo 1 en el rancho 2 y su origen se debió a la deficiencia de energía en la dieta. Cuando el aporte de carbohidratos (energía) en la dieta es insuficiente, la cantidad de oxaloacetato disminuye, de tal suerte que se acumulan grandes cantidades de compuestos grasos parcialmente oxidados (ácido acetoacético y beta hidro-

xibutírico) llamados cuerpos cetónicos, los cuales desencadenan el cuadro típico de cetonuria y cetonemia.^{1,2,17,24} La cetosis encontrada fue de tipo primario, sin asociación con otros síndromes clínicos, de modo que este diagnóstico concuerda con datos de la literatura.^{1,2,16,24,26}

La alcalosis ruminal subclínica se encontró en el 87.5% de las vacas secas del grupo 2 del rancho 2. Este tipo de trastorno puede diagnosticarse precisamente con el análisis del líquido ruminal y la orina, complementándose con la historia clínica (composición del alimento) y el examen físico de los animales. La elevación del pH en el líquido ruminal y en la orina se debió a las grandes cantidades de bicarbonato de sodio presentes en el alimento. Este tipo de alcalosis corresponde a otros informes encontrados en la literatura.^{2,8,13} Para el diagnóstico de la alcalosis ruminal no es suficiente determinar solamente el pH de la orina, ya que durante la alcalosis ruminal (causada por un aumento de proteínas o urea en el alimento) o en la indigestión simple, es frecuente la disminución del pH urinario.^{2,13}

De los resultados encontrados en el rancho 3, es evidente que no todos los trastornos metabólicos se pueden diagnosticar sólo con el análisis de orina y líquido ruminal. En forma especial, ante los problemas de infertilidad y las deficiencias de macro y microelementos, es necesario realizar adicionalmente el análisis del plasma o suero sanguíneo en relación con minerales, urea u otros componentes. En este rancho la causa de infertilidad fue la hipocupremia y la sobrealimentación con proteínas, comprobada por la disminución de los niveles de cobre y aumento de urea en el plasma sanguíneo de las vacas examinadas.²

Con base en los resultados en el empleo del diagnóstico preventivo y de las pérdidas económicas detectadas en México en los últimos 3 años,^{5,6,7,19} así como en la literatura,^{2,8,12,14,19,24,25,26} es necesario realizar en los establos este método diagnóstico preventivo de trastornos ruminales y metabólicos (por medio del equipo portátil para obtener y analizar líquido ruminal y orina) cuando menos dos veces al año (especialmente después del cambio de la ración alimenticia), incluyendo a los animales clínicamente sanos con vacas representativas del hato (5 vacas con 1 a 8 semanas posparto y 5 vacas 2 a 3 semanas antes del parto). Asimismo, es importante la determinación de urea en leche (Azotest) o en plasma sanguíneo paralelamente a la evaluación de los registros de producción, reproducción y de composición de la ración alimenticia. Es conveniente analizar la sangre (hematócrito, equilibrio ácido-básico), plasma para minerales (P inorgánico, Ca, Mg, Cu, Zn, Mn, Se), urea y AST, cuando menos una vez al año.

Si hay problemas de salud, de producción y de reproducción, es necesario analizar también el líquido ruminal, orina, leche y sangre ocasionalmente y repetidamente. De esta manera se podrían reducir las pérdidas económicas causadas por trastornos metabólicos, ruminales y las enfermedades relacionadas.^{2,6,19}

Literatura citada

1. Blood, D.C., Radostits, O.M., Arundel, J.H. and Gay, C.C.: Veterinary Medicine. A Textbook of the Diseases of Cattle, Sheep, Pigs, Goats and Horses. 7th ed. *Bailliere Tindall*, London, U.K., 1989.
2. Bouda, J., Dvorak, R. a Doubek, J.: Diagnostika, Léčba a Prevence vybraných Onemocnění trávicího Ústrojí a nejvýznamnějších metabolických Poruch u Skotu. *Medicus Veterinarius*, Brno, Republika Čech, 1993.
3. Bouda, J. and Jagos, P.: Acid-base disorders in farm animals. In: *Metabolic Disorders and their Prevention in Farm Animals*. Edited by: Vrzgula, L., 248-268. *Elsevier*, Amsterdam, The Netherlands, 1991.
4. Bouda, J., Jagos, P., Dvorak, R. a Hofírek, B.: Dynamika acidobazických zmen v prubehu akutní acidózy u skotu. *Vet. Med. (Praha)*, 22: 273-280 (1977).
5. Bouda, J., Paasch, M.L., Dvorak, R., Yabuta, O.A.K. y Doubek, J.: Portable equipment for collection and analysis of ruminal fluid and urine, for diagnosis and treatment of ruminal and metabolic diseases. Proceedings of the XIXth World Buiatrics Congress. Edinburgh, Scotland. 1996. 248. *British Cattle Veterinary Association*. The Green Frampton on Severn, U.K. (1996).
6. Bouda, J., Paasch, M.L., Dvorak, R., Yabuta, O.A.K., Doubek, J. y Jardón, H.S.G.: Equipo portátil para obtener y analizar el líquido ruminal y orina. Centro para la Innovación Tecnológica, Universidad Nacional Autónoma de México. La patente registrada el 10 de marzo de 1996, No. de expediente 960808 ante el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial.
7. Bouda, J., Paasch, M.L., Yabuta, O.A.K. y Quiroz, R.G.: Nuevos aspectos en el diagnóstico y tratamiento de trastornos metabólicos en el bovino. Memorias del XIX Congreso Nacional de Buiatría. Torreón, México. 1995. 175-179. *Asociación Mexicana de Médicos Veterinarios Especialistas en Bovinos*. México, D.F. (1995).
8. Dirksen, G.: Indigestions in Cattle. *Schnetztor Verlag*, Konstanz, Germany, 1983.
9. Giesecke, D.: Metabolische Leistungen bei Kühen. *Monatshefte Vet. Med.*, 46: 531-535 (1991).
10. Jagos, P., Bouda, J., Dvorak, R., Jurajdová, J. a Illek, J.: Chronická metabolická acidóza u dojníc. *Vet. Med. (Praha)*, 22: 143-151 (1977).
11. Jagos, P., Bouda, J. a Kudlac, E.: Skot-zdravotní Problematika Velkochovu. SZV, Praha, 1975.
12. Jagos, P., Bouda, J. a Kudlac, E.: Diagnostika, Terapie a Prevence Onemocnění Skotu. SZV, Praha, 1985.
13. Jagos, P. and Dvorák, R.: Metabolic disorders of the processes in the rumen. In: *Metabolic Disorders and their Prevention in Farm Animals*. Edited by: Vrzgula, L., 273-302. *Elsevier*, Amsterdam, The Netherlands, 1991.
14. Jagos, P. and Illek, J.: A system of preventive diagnosis of the metabolic disorders in cattle. In: *Metabolic Disorders and their Prevention in Farm Animals*. Edited by: Vrzgula, L., 371-384. *Elsevier*, Amsterdam, The Netherlands, 1991.
15. Lee, A.J.: Blood metabolic profiles: Their use and relationship to nutritional status of dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 61: 1652-1656 (1978).
16. Littledike, E.T.: Common metabolic diseases of cattle: Ketosis, milk fever, grass tetany and Downer cow complex. *J. Dairy Sci.*, 64: 1465-1482 (1981).
17. Oetzel, G.R. and Berger, L.L.: Protein-energy malnutrition in domestic ruminants. Part 1. Predisposing factors and pathophysiology. *Comp. cont. Educ. pract. Vet.*, 7: 672-679 (1985).
18. Oetzel, G.R. and Berger, L.L.: Protein-energy malnutrition in domestic ruminants. Part 2. Diagnosis, treatments and prevention. *Comp. cont. Educ. pract. Vet.*, 8: 16-21 (1986).
19. Paasch, M.L., Bouda, J., Velazquez, O.V. and Candanosa, A.E.: Subclinical ruminal acidosis and associated pathological findings in dairy cows. Proceedings of the XIXth World Buiatrics Congress. Edinburgh, Scotland. 1996. 361-363. *British Cattle Veterinary Association*. The Green Frampton on Severn, U.K. (1996).
20. Payne, J.M. and Payne, S.: The Metabolic Profile Test. *Oxford University Press*, New York, 1987.
21. Rings, M.D. and Rings, M.B.: Rumen fluid analysis. *Agri-Practice*, 14: 26-29 (1993).
22. Rosenberger, G.: Die klinische Untersuchung des Rindes. *Verlag Paul Parey*, Berlin, Deutschland, 1977.
23. Underwood, W.J.: Rumen lactic acidosis. Part 2. Clinical signs, diagnosis, treatment and prevention. *Comp. cont. Educ. pract. Vet.*, 14: 1265-1270 (1992).
24. Vrzgula, L.: *Metabolic Disorders and their Prevention in Farm Animals*. *Elsevier*, Amsterdam, The Netherlands, 1991.
25. Wentink, G.H.: Nutrition, metabolic diseases and immunity in dairy cows. Proceedings of the XIXth World Buiatrics Congress. Edinburgh, Scotland. 1996. 337-340. *British Cattle Veterinary Association*. The Green Frampton on Severn, U.K. (1996).
26. Yabuta, O.A. y Bouda, J.: Cetosis e hígado graso. Memorias del Curso Internacional en el Diagnóstico de las Enfermedades más Comunes de los Bovinos. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, México, D.F. 1996. 74-82. *Fac. de Med. Vet y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México*. México, D.F. (1996).